**6Г**

**УДК 004.65; 004.4:004.9; 004.42; 004:67; 004.915; 004.4'27; 004.89:004.4**

***В.Г. Григорович***
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів
Україна, 79013, м. Львів, вул. Степана Бандери, 12

# Відбір та вимірювання параметрів інформаційної моделі школи

***V.G. Grigorovich***
*Lviv Polytechnic National University, c. Lviv*
*Ukraine, 79013, c. Lviv, Stephan Bandera st., 12*

# *Selection and Measurement of Parameters for Information Model of School*

***В.Г. Григорович***
Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов
Украина, 79013, г. Львов, ул. Степана Бандеры, 12

# Отбор и измерение параметров информационной модели школы

Розглянуто сукупність параметрів інформаційної моделі школи. Запропоновано класифікацію параметрів, основану на придатності до використання при побудові відповідної експертної системи. Запропоновано способи відбору та вимірювання параметрів. Описано багатовимірну модель загальноосвітнього навчального закладу, представлену у вигляді гіперкуба даних з метою її реалізації в комплексі інтелектуальних інформаційних технологій генерації проектів трансформації школи.
**Ключові слова:** параметри оцінювання шкіл, інформаційна модель школи, відбір та вимірювання параметрів, гіперкуб даних, експертна система.

The article describes a set of parameters for information model of school. Classification of parameters based on the possibility of using to construction of the relevant expert system is proposed. The methods of selection and measurement of parameters are proposed. The multidimensional model of school represented in the form of a hypercube of data in order to implement the complex intelligent information technologies of generating of projects of transformations of the school is described.
**Key Words:** parameters for evaluation of school, informational model of the school, selection and measurement of parameters, data hypercube, expert system.

Рассмотрена совокупность параметров информационной модели школы. Предложена классификация параметров, основанная на возможности использования при построении соответствующей экспертной системы. Предложены способы отбора и измерения параметров. Описана многомерную модель общеобразовательного учебного заведения, представленная в виде гиперкуба данных с целью ее реализации в комплексе интеллектуальных информационных технологий генерирования проектов трансформации школы.
**Ключевые слова:** параметры оценивания школ, информационная модель школы, отбор и измерение параметров, гиперкуб данных, экспертная система.

## Вступ

Розвиток світового і, зокрема, європейського освітнього простору об’єктивно вимагає від української школи адекватної реакції на процеси реформування загальної середньої освіти, що відбуваються у провідних країнах світу. Зокрема, запровадження

новітніх технологій навчання, основаних насамперед на використанні сучасних інтелектуальних освітніх технологій, потребує вирішення проблеми трансформації загальноосвітніх шкіл – переведення кожної школи у той стан, в якому стане технічно можливим застосування новітніх технологій навчання.

Розв'язання вказаної проблеми можливе завдяки реалізації експертної системи – програмного генератора проектів переведення кожної школи з нинішнього (фактичного) стану у цільовий стан. Створення такого програмного генератора проектів вимагає побудови інформаційної моделі школи, яка спирається на сукупність параметрів, що описують школу і, зокрема, з використанням сучасних засобів збору, зберігання і обробки даних, заснованих на технології створення сховищ даних як агрегованого інформаційного ресурсу, що містить інформацію з усієї предметної області та використовується для підтримки прийняття рішень.

Параметрам оцінювання загальноосвітніх навчальних закладів присвячено ряд публікацій та нормативних актів. У наказах та розпорядженнях Міністерства освіти і науки України [1-3] рекомендується оцінювати діяльність загальноосвітніх навчальних закладів за параметрами, які передбачають оцінку організації навчально-виховного процесу, управління навчальним закладом матеріально-технічних та фінансових ресурсів, соціального захисту учнів та працівників закладу. Параметри, які стосуються інформаційно-технічного оснащення навчальних закладів, описані в інтернет-анкетуванні освітніх закладів, проведеному Національним проектом «Відкритий Світ» [4].

Згідно із «системою зірочок», запропонованою у книзі [5] Володимира Співаковського, необхідно оцінювати не лише навчальний процес та ресурсне забезпечення, а й менеджмент, імідж, фінансування та моральний клімат школи. Параметри оцінювання загальноосвітніх навчальних закладів, описані у джерелах [6], [7], умовно можна поділити на три групи: оцінка знань школярів; виявлення рівня професіоналізму педагога; аналіз управлінських рішень, направлених на вдосконалення навчально-виховного процесу.

**Мета роботи** – описати багатовимірну модель загальноосвітнього навчального закладу на основі простору станів, представлену у вигляді гіперкуба даних, з метою її реалізації в комплексі інтелектуальних інформаційних технологій генерації проектів трансформації школи; та описати способи відбору і вимірювання параметрів інформаційної моделі, тобто:

– ввести класифікацію джерел отримання інформації про параметри оцінювання навчальних закладів;

– розробити систему класифікації атрибутів з точки зору придатності для побудови експертної системи генерування проектів трансформації школи;

– вибрати відповідну семантичну метрику та описати способи вимірювання параметрів інформаційної моделі;

– описати інформаційну модель навчального закладу на основі простору станів та її реалізацію за допомогою гіперкуба даних.

## Параметри інформаційної моделі

Багатовимірну модель школи побудуємо на основі параметрів, запропонованих у джерелах [1-7]. Для цього введемо наступну класифікацію джерел отримання інформації про параметри $P$ оцінювання навчальних закладів:

$M$ – параметри оцінювання діяльності загальноосвітніх навчальних закладів, рекомендовані Міністерством освіти і науки України [1];

$D$ – параметри оцінювання діяльності загальноосвітніх навчальних закладів, запропоновані державними органами управління освітою [2], [3];

*N* – параметри оцінювання загальноосвітніх навчальних закладів, визначені Національним проектом «Відкритий Світ» (згідно з проведеним інтернет-анкетуванням) [4];

*S* – параметри оцінювання загальноосвітніх навчальних закладів відповідно до «системи зірочок» В. Співаковського [5];

*Z* – параметри оцінювання діяльності навчальних закладів відповідно до зарубіжних джерел [6], [7].

$$P = M \cup D \cup N \cup S \cup Z$$

Кожен з параметрів множини *P*, залежно від можливості його використання при побудові експертної системи, може бути віднесений до однієї з підмножин:

$$P = F \cup I \cup V$$

причому підмножини *F*, *I*, *V* взаємно не перетинаються, де

*F* – підмножина фіксованих атрибутів, які не будуть змінюватися;

*I* – підмножина атрибутів, які можна тлумачити двояко: з однієї сторони, це атрибути, зміна яких не приведе до фактичної зміни умов навчання, такі параметри можна ігнорувати при побудові інформаційної моделі навчального закладу; з іншої сторони, якщо наповнити ці атрибути відповідним змістом, то вони будуть інформативними і суттєвими при побудові інформаційної моделі;

*V* – підмножина атрибутів, зміна яких означатиме фактичну зміну умов навчання.

В результаті зіставлення категорій джерел інформації про параметри та категорій параметрів оцінювання навчальних закладів підмножині *V* належатимуть наступні атрибути:

$$\begin{aligned} V = \{&M_{1.1.1}, M_{1.1.7}, M_{1.2.1}, M_{1.2.2}, M_{1.2.3}, M_{1.2.4}, M_{1.2.5}, M_{1.2.6}, M_{1.3}, M_{2.1.1},\\ &M_{3.1.4}, M_{4.2}, D_{1.1}, D_{1.2}, D_{1.3}, D_{1.4}, D_{1.5}, D_{1.6}, D_{1.8}, D_{2.1}, D_{2.2}, D_{2.3},\\ &D_{2.4}, D_{2.5}, D_{3.1}, D_{3.3}, D_{3.4}, D_{3.12}, D_{4.1}, D_{4.12}, D_{4.13}, D_{5.1}, D_{5.4}, D_{7.1},\\ &N_5, N_6, N_7, N_8, N_9, N_{10}, N_{11}, N_{12}, N_{13}, N_{14}, N_{16}, N_{17}, N_{18}, N_{19}, N_{20},\\ &N_{21}, N_{22}, N_{23}, N_{24}, N_{25}, N_{26}, N_{27}, N_{28}, N_{29}, N_{30}, N_{31}, N_{32}, N_{33}, N_{34},\\ &N_{35}, S_{1.1}, S_{1.2}, S_{1.3}, S_{1.4}, S_{1.5}, S_{1.6}, S_{2.1}, S_{2.2}, S_{2.3}, S_{2.4}, S_{2.5}, S_{7.1}, S_{7.2},\\ &S_{8.1}, Z_2, Z_4, Z_5, Z_6, Z_8, Z_{11}, Z_{15}, Z_{16}, Z_{25}\} \end{aligned} \qquad (1)$$

Тут позначено:

$M_{1.1.1}$ – укомплектованість закладу педагогічними кадрами, умотивованість їх розстановки; $M_{1.1.7}$ – впровадження інноваційних педагогічних технологій у навчальний процес; $M_{1.2.1}$ – загальний стан будівель та приміщень навчального закладу; $M_{1.2.2}$ – зовнішня естетична культура загальноосвітнього навчального закладу; $M_{1.2.3}$ – дотримання техніки безпеки, охорони праці; $M_{1.2.4}$ – стан матеріально-технічного забезпечення навчальних кабінетів, лабораторій, майстерень, спортзалів, спортмайданчика, навчально-дослідних ділянок та ін.; $M_{1.2.5}$ – забезпеченість сучасною комп’ютерною технікою; $M_{1.2.6}$ – забезпеченість навчально-методичною та довідковою літературою, ефективність їх використання; $M_{1.3}$ – фінансове забезпечення діяльності закладу; $M_{2.1.1}$ – рівень навчальних досягнень учнів за результатами річного (семестрового) оцінювання; $M_{3.1.4}$ – впровадження інноваційних технологій в управління закладом, інформаційне забезпечення діяльності закладу; $M_{4.2}$ – забезпечення соціальної підтримки дітей-сиріт, дітей з малозабезпечених сімей та інших учнів із соціально вразливих категорій; $D_{1.1}$ – площа приміщень, задіяних у навчальному процесі; $D_{1.2}$ – вартість обладнання, інструментів, приладів та інших засобів навчання, задіяних у навчальному процесі; $D_{1.3}$ – кількість навчальних кабінетів, включаючи спортивну залу, майстерні; $D_{1.4}$ – кількість сучасних комп’ютерів, задіяних у навчальному процесі; $D_{1.5}$– кошти

бюджету навчального закладу; $D_{1.6}$ – витрати на придбання лабораторного обладнання, приладів, інструментів, наочності; $D_{1.8}$ – кількість класних кімнат; $D_{2.1}$ – витрати на придбання підручників, навчально-методичної, художньої та довідкової літератури, передплату періодичних видань, придбання прикладних комп’ютерних програм; $D_{2.2}$ – бібліотечний фонд літератури та підручників, необхідних для виконання навчальних планів і програм (крім періодичних видань); $D_{2.3}$ – кількість предметів інваріантної частини навчального плану, під час викладання яких використовуються ліцензовані прикладні комп’ютерні програми; $D_{2.4}$ – кількість годин роботи школи в мережі Інтернет за рік; $D_{2.5}$ – кількість предметів інваріантної частини; $D_{3.1}$ – контингент педагогічних працівників; $D_{3.3}$ – кількість педагогічних працівників, які здійснюють викладання не за фахом; $D_{3.4}$ – кількість педагогічних працівників пенсійного віку; $D_{3.12}$ – кількість педагогічних працівників, які використовують ПК в навчально-виховному процесі; $D_{4.1}$ – контингент учнів; $D_{4.12}$ – кількість учнів 10 – 11 (12) класів; $D_{4.13}$ – кількість учнів 5 – 9 класів; $D_{5.1}$ – кількість предметів варіативної частини; $D_{5.4}$ – кількість освітніх інновацій, які впроваджуються у навчально-виховному процесі; $D_{7.1}$ – кількість учнів, рівень засвоєння навчальних досягнень яких за підсумками минулого навчального року є достатнім і високим; $N_5$ – наявність та кількість комп’ютерів; $N_6$ – наявність підключення до мережі Інтернет; $N_7$ – спосіб підключення до мережі Інтернет; $N_8$ – середня швидкість доступу до мережі Інтернет; $N_9$ – режим доступу комп’ютерів школи до мережі Інтернет; $N_{10}$ – кількість комп’ютерів, підключених до локальної комп’ютерної мережі; $N_{11}$ – кількість спеціалізованих комп’ютерних класів; $N_{12}$ – кількість комп’ютерів у спеціалізованих комп’ютерних класах; $N_{13}$ – наявність підключення комп’ютерів у спеціалізованих комп’ютерних класах до локальної мережі; $N_{14}$ – наявність Інтернет-сторінки або сайта школи; $N_{16}$ – типи операційних систем, з якими звикли працювати учні та викладачі; $N_{17}$ – загальна кількість учнів у школі; $N_{18}$ – кількість учнів у 1 – 8 класах; $N_{19}$ – кількість учнів з малозабезпечених сімей у 1 – 8 класах; $N_{20}$ – кількість учнів з багатодітних родин у 1 – 8 класах; $N_{21}$ – наявність системного адміністратора; $N_{22}$ – наявність спеціалізованого телекомунікаційного обладнання або комп’ютерної техніки, яка не використана внаслідок відсутності фахівців для її встановлення та налаштування; $N_{23}$ – назва спеціалізованого телекомунікаційного обладнання або комп’ютерної техніки, яка не використана внаслідок відсутності фахівців для її встановлення та налаштування; $N_{24}$ – частота проблем з електропостачанням; $N_{25}$ – кількість Смарт-дошок; $N_{26}$ – кількість Смарт-дошок, що використовуються за призначенням; $N_{27}$ – кількість Смарт-дошок, які не використовуються за призначенням; $N_{28}$ – кількість класних кімнат, обладнаних Смарт-дошками; $N_{29}$ – наявність та кількість проекторів; $N_{30}$ – кількість класних кімнат, обладнаних проекторами; $N_{31}$ – кількість вчителів у школі, які володіють інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ) і вміють працювати з інтерактивною чи Смарт-дошкою; $N_{32}$ – проходження вчителями курсів підвищення кваліфікації з інформатики або комп’ютеризації; $N_{33}$ – придбання батьками підручників для своїх дітей; $N_{34}$ – придбання батьками додаткової літератури для своїх дітей; $N_{35}$ – середня сума грошей, яка щорічно витрачається батьками кожного з учнів на придбання шкільних підручників та іншої необхідної для навчання літератури; $S_{1.1}$ – освітні технології; $S_{1.2}$ – вчителі; $S_{1.3}$ – підручники; $S_{1.4}$ – предмети; $S_{1.5}$ – наповненість класів; $S_{1.6}$ – навантаження на учня; $S_{2.1}$ – будівля та рівень ремонту; $S_{2.2}$ – обладнання; $S_{2.3}$ – інформаційне оснащення; $S_{2.4}$ – кількість вчителів та персоналу на 1 учня; $S_{2.5}$ – кількість одиниць техніки на 1 учня; $S_{7.1}$ – доходи та видатки; $S_{7.2}$ – оплата праці; $S_{8.1}$ – фінансова, організаційна, кадрова, контентна залежність від районо, міськвно, засновників і т.п.; $Z_2$ – використання інноваційних методів навчання; $Z_4$ – викори-

стання у навчанні інтернет-ресурсів та інформаційних технологій; $Z_5$ – впровадження у навчальний процес інноваційних (експериментальних) проектів; $Z_6$ – розвиток профільного навчання; $Z_8$ – участь школи в Інтернет-проектах; $Z_{11}$ – кількість учнів по класах; $Z_{15}$ – наявність сучасної оргтехніки; $Z_{16}$ – секційне або блокове планування шкільної будівлі; $Z_{25}$ – робота шкільного сайта.

## Семантичні метрики та вимірювання значень параметрів

Як видно, багато параметрів, за якими оцінюється діяльність школи, є нечисловими, тому важливо описати відповідні семантичні метрики та способи вимірювання таких параметрів.

Всі класи задач, для розв'язування яких необхідні інтелектуальні системи, можна поділити на два підкласи, виходячи з постановки задачі [8]. Перший клас задач – ті, для яких суттєве значення понять (властивостей). Сюди відносяться задачі діагностики захворювань, класифікації явищ на основі збору даних, гра на біржі, планування діяльності підприємств тощо. Такі задачі називаються ознаковими. Для другого класу задач не є суттєвим значення понять, а скоріше їх семантика або частота вживання термінів в тексті і т.д. Зокрема сюди можна віднести кластеризацію інформаційних ресурсів, класифікацію текстів згідно з УДК, інтелектуальні пошукові системи, реферування та анотування текстових документів. Такий клас задач називається семантичними задачами.

Оцінювання значень нечислових параметрів, якими характеризується діяльність навчального закладу, можна віднести до ознакових задач (різноманітні вербальні оцінки необхідно зіставити з відомою шкалою).

В роботі [8] побудовано ефективні метрики для ознакових задач. Очевидно, що визначена для таких задач метрика успішно може використовуватися і в інтелектуальних системах планування діяльності, зокрема і для вимірювання значень нечислових параметрів, які характеризують діяльність школи.

Нехай множина прецедентів $\boldsymbol{Pr}=\{\boldsymbol{Pr_1},\boldsymbol{Pr_2},\ldots,\boldsymbol{Pr_N}\}$ описується характеристиками (властивостями) $\boldsymbol{X}=\{x_1,x_2,\ldots,x_M\}$. Позначимо $D_i$ – домен властивості $x_i$. Для відображення властивостей використовується нове позначення $\boldsymbol{X}$, а не $C$, оскільки як правило, ці значення є властивостями об'єктів, які належать класу $C$.

Релевантним $\boldsymbol{Pr_k}$ є прецедент, для якого відстань $d$ до поточної ситуації є найменшою, тобто

$$\boldsymbol{Pr_k} = \arg\min_i d_i\ . \tag{2}$$

Прецеденти відрізняються між собою значеннями, які набувають властивості понять. Для розпізнавання прецеденту не потрібні значення всіх властивостей множини $\boldsymbol{X}$, а лише деякої її підмножини. Дійсно, якщо розглянути деяке дерево рішень, то окрема гілка від кореня дерева до листка описує окремий прецедент, а значення властивостей, які знаходяться на цій гілці, достатньо для опису цього прецеденту.

Значення властивості $x_i$ позначимо $z_i = z(x_i)$. Очевидно, що $z_i \in D_i$. Можна встановити однозначну відповідність між прецедентом та значеннями властивостей:

$$\mathrm{Pr}_i \longleftrightarrow X_i = \left\{\, x_{i_1} = z_{i_1},\ x_{i_2} = z_{i_2},\ \ldots,\ x_{i_k} = z_{i_k} \right\}, \text{ де } z_{i_j} \in D_{i_j}\ .$$

Очевидно, що властивість, яка знаходиться на вищому рівні дерева рішень, повинна мати більшу вагу. Оскільки для різних прецедентів властивості можуть знаходитися на різних рівнях дерева рішень, то коефіцієнти важливості понять насправді являють собою вектори виміром кількості прецедентів, тобто $W = (W_1, W_2, \ldots, W_N)$, де

$W_i$ – коефіцієнти важливості понять онтології, яка описує прецедент $Pr_i$. Тоді відстань між прецедентом $Pr_i$ та поточною ситуацією $S$ обчислюється за формулою:

$$d_i = \sum_{i_l \in \bar{I}_i} \varphi\left(z_{i_l}, z_{i_l}^S\right), \qquad (3)$$

де $z_{i_j}$ – значення властивості $x_{i_j}$ прецеденту $Pr_i$, $z_{i_j}^s$ – значення властивості $x_{i_j}$ поточної ситуації $S$, $w_{i_j}$ – коефіцієнт важливості властивості $x_{i_j}$ прецеденту $Pr_i$, $I_i$ – множина індексів властивостей прецеденту $Pr_i$, $\bar{I}_i$ – множина індексів важливих властивостей прецеденту $Pr_i$, $\bar{I}_i = \bar{I}_{i1} \cup \bar{I}_{i2} \cup \ldots \cup \bar{I}_{iN_i}$, $N_i$ – кількість властивостей, які необхідно розглянути, щоб прийняти рішення стосовно прецеденту $Pr_i$.

$$\bar{I}_{i1} = \left\{ i_{s1} \middle| i_{s1} = \arg\max_{i_l \in I_i} w_{i_l} \right\}, \quad \bar{I}_{i2} = \left\{ i_{s2} \middle| i_{s2} = \arg\max_{i_l \in I_i / i_{s1}} w_{i_l} \right\}, \quad \bar{I}_{i3} = \left\{ i_{s3} \middle| i_{s3} = \arg\max_{i_l \in I_i / i_{s1} / i_{s2}} w_{i_l} \right\}, \ldots$$

Розглянемо функцію $\varphi(x, y)$. Очевидно, що $x$ може бути: або діапазоном, тобто нечіткою множиною, де $D$ – універсальна множина, $x \subseteq D$; або числовим значенням; або нечисловим значенням. Залежно від природи $x$, $\varphi(x, y)$ визначається по-різному:

$$\varphi(x,y) = \begin{cases} 1-\mu_x(y), \ x - \text{нечітка множина}, \\ \lambda \cdot |x-y|, \ x, y - \text{числові значення}, \\ 1-\mu(x,y), \ x, y - \text{нечислові значення}., \end{cases} \qquad (4)$$

де $\mu_x(y)$ – коефіцієнт впевненості того, що $y$ належить нечіткій множині $x$; $\lambda$ – числова величина, яка залежить від ПО, вибрана таким чином, щоб $\lambda \cdot |x - y| \in [0,1]$; $\mu(x, y) \in [0,1]$ – нечітка величина подібності значень $x$ та $y$. Наприклад, $\mu(x, y) = 1$, якщо $x = y$, $\mu(x, y) = 0{,}9$, якщо $x \approx y$, $\mu(x, y) = 0$, якщо $x \neq y$.

Для задачі вимірювання параметрів оцінки діяльності навчального закладу прецедентами можуть бути значення відомої шкали (наприклад, «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»), сформованої за допомогою експертних оцінок або на основі певної онтології; а поточна ситуація – це те значення параметра, яке необхідно зіставити із вказаною шкалою (наприклад, «непогано»).

Можна запропонувати наступну процедуру вимірювання значень для нечислових параметрів: отримані за допомогою анкетування, опитування експертів тощо значення вербальних характеристик (поточні ситуації) зіставляються з певною опорною шкалою (прецедентами), за формулами (2) – (4) визначається релевантний прецедент (значення опорної шкали з мінімальною відстанню до поточної ситуації), знайдене значення і буде результатом вимірювання параметра.

# Простір станів та гіперкуб даних інформаційної моделі

Простір станів системи подамо трійкою $S = (O, A, R)$ з такими компонентами: $O$ – множина об’єктів, $A$ – множина їх атрибутів та $R$ – множина зв’язків між об’єктами. Додавання або вилучення об’єкта, зміна значення атрибута чи зміна зв’язку приводить до зміни стану системи. Стосовно інформаційної моделі системи загальноосвітніх навчальних закладів, об’єкти – це школи, атрибути – це інформаційні параметри, що описують школу, наприклад: «Фінансування», «Матеріально-технічне забезпечення» тощо, зв’язки – відношення на множині об’єктів.

Описані вище атрибути оцінювання загальноосвітніх навчальних закладів, які належать підмножині *V* з формули (1), використаємо для побудови багатовимірної моделі школи, яку представимо у вигляді гіперкуба даних. Гіперкуб даних позначимо як множину комірок, що відповідає множинам *V*, *A*: *H* (*V*, *A*), де $V=\{V_1, V_2, \ldots, V_n\}$ – множина вимірів гіперкуба, $A_{Vi} = \{A_{1i}, A_{2i}, \ldots, A_{ki}\}$, $i = 1, \ldots, n$ – множина атрибутів виміру $V_i$, $A = A_{V_1} \cup A_{V_2} \cup \ldots \cup A_{V_n}$ – множина атрибутів гіперкуба [9].

Атрибутами відношення фактів багатовимірної моделі школи будуть параметри оцінювання навчальних закладів $V_1 \ldots V_n$ з підмножини *V* з формули (1). Кортежі відношення міститимуть значення атрибутів окремої школи (наприклад, кількість учнів, кількість комп'ютерів та ін.). Таким чином, кожна комірка гіперкуба *H* (*V*, *A*) визначатиметься одним і лише одним набором значень вимірів – атрибутів. Кожній комірці гіперкуба даних $h \in H$ відповідає єдино можлива множина атрибутів вимірів $A_h \subset A$. Для отримання доступу до даних загальноосвітніх шкіл необхідно фіксувати виміри $V' \subseteq V$ та атрибути $A' \subseteq A$ гіперкуба школи (вказувати множину необхідних вимірів *V* і значень атрибутів *A*).

Уздовж кожної осі гіперкуба значення атрибутів оцінювання загальноосвітніх навчальних закладів можуть бути організовані у вигляді ієрархії, що представляє різні рівні їх деталізації [10]. Це дозволить створити ієрархічні виміри, за якими при подальшому аналізі даних буде здійснюватися агрегування або деталізація подання даних.

# Висновки

У статті введено класифікацію джерел отримання інформації про параметри оцінювання навчальних закладів. Запропоновано кожний з параметрів, залежно від можливості використання його при побудові експертної системи, відносити до однієї з підмножин: фіксованих атрибутів, формальних атрибутів або важливих атрибутів.

Відібрано атрибути, які використовуються для побудови багатовимірної моделі школи. Вибрано семантичну метрику для ознакових задач та описано процедуру вимірювання параметрів інформаційної моделі. Описано багатовимірну інформаційну модель загальноосвітнього навчального закладу, основану на просторі станів системи, реалізовану у вигляді гіперкубу даних в комплексі інтелектуальних інформаційних технологій генерації проектів трансформації школи.

# Література

1. Міністерство освіти і науки України. Наказ від 14.02.2005 р. № 99. Про затвердження Орієнтовних критеріїв оцінювання діяльності загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://uazakon.com/document/fpart53/idx53178.htm – Назва з титул. екрана.
2. Головне управління освіти і науки Київської обласної державної адміністрації. Наказ від 27.07.2010 р. № 226. Про затвердження та введення в дію змін до Критеріїв оцінювання діяльності загальноосвітнього навчального закладу, введених в дію наказом Управління освіти і науки Київської обласної державної адміністрації від 02.08.2005 р. № 202 [Електронний ресурс] / В.Г. Бутник. – Режим доступу : http://kyiv-oblosvita.gov.ua/index.php?mode=n_doc&file=n_u226_10 – Назва з титул. екрана.
3. ІНФОРМАЦІЯ МОН Про хід виконання Указу Президента України від 04.07.05 р. № 1013/2005 «Про невідкладні заходи щодо забезпечення функціонування та розвитку освіти в Україні» стосовно розробки критеріїв оцінювання якості навчального процесу для здійснення моніторингу ефективності діяльності загальноосвітніх навчальних закладів та визначення їх рейтингу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://rating.devstudio.com.ua/about.php – Назва з титул. екрана.
4. Національний проект «Відкритий Світ». Львівська область. Анкетування освітніх закладів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ow.org.ua/nventarizats_ya/Lvivska_region/ – Назва з титул. екрана.

5. Спиваковский В.М. Образовательный взрыв / Спиваковский В.М. – Киев : ЧФ «МУВЦ “Гранд-Экспо”», 2011. – 436 с.
6. Бахмутский А.Е. Оценка деятельности современной школы : учебное пособие / Бахмутский А.Е., Кондракова И.Э., Писарева С.А. – М. : АПК и ППРО, 2009. – 72 с.
7. Критерии оценки школы [Електронний ресурс] / Е.П. Мясоедова. – Режим доступу : http://pedsovet.org/component/option,com_mtree/task,viewlink/link_id,6065/Itemid,118/ – Назва з титул. екрана.
8. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень : монографія / Литвин В.В. – Львів : Видавництво НУЛП, 2011. – 264 с.
9. Шаховська Н.Б. Сховища та простори даних : монографія / Н.Б. Шаховська, В.В. Пасічник. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 244 с.
10. Заботнев М.С. Методы поиска и агрегации информации в разреженных гиперкубах данных / М.С. Заботнев // Информационные технологии. – 2006. – № 1. – С. 57-62.

# Literatura

1. Ministerstvo osvity. http://uazakon.com/document/fpart53/idx53178.htm
2. Golovne upravlinnia osvity i nauky Kyivskoji oblasnoji derzhavnoji administratsiji. http://kyiv-oblosvita.gov.ua/index.php?mode=n_doc&file=n_u226_10
3. Informaciya MON. http://rating.devstudio.com.ua/about.php
4. Nacionalnij proekt “Vidkrytij Svit”. http://www.ow.org.ua/nventarizats_ya/Lvivska_region/
5. Spivakovskij V. Obrazovatel’nyj vzryv. Kiev: ChF MUVC “Grand- Jekspo”.2011. 436 s.
6. Bakhmudskij A. Ocenka dejatelnosti sovremennoj shkoly.
7. Kriteriji ocenki shkoly. http://pedsovet.org/component/option,com_mtree/task,viewlink/link_id,6065/Itemid,118/
8. Lytvyn V. Bazy znan’ intelektualnykh system pidtrymky pryjniattia rishen.
9. Shakhovska N. Skhovyshcha ta prostory danykh.
10. Zabotnev M. Informacionnyje tekhnologiji. 2006. №1. S. 57-62.

***RESUME***

***V.G. Grygorovych***

## *Selection and Measurement of Parameters for Information Model of School*

The implementation of new technologies of schooling primarily based on using of modern intelligent educational technologies requires a solution of the problem of transformation of comprehensive schools, i.e. the conversion of each school into the state, which it will be possible to apply new technologies of schooling in.

The solution of this problem is possible through the implementation of programme generator of projects of transformation of each school from the current (actual) state into target state. Creating such programme generator of projects requires the construction of the informational model of school that is based on a set of parameters that describe the school.

The article introduced classification of sources of the information about the parameters of evaluation of educational institutions. It is proposed to refer each parameter to one of the subsets: the fixed attributes, the formal attributes or the important attributes, depending on the possibility of its use in building of the expert system.

Attributes that are used to build multi-dimensional model of the school are selected.

Semantic metric for the attributive tasks is chosen and the procedure of measuring the parameters of the informational model is described.

The multi-dimensional informational model of general education institutions, based on the state space system and implemented in the form of the data hypercube in the complex of intelligent information technologies of generation of projects of transformation of the school is described.

*Стаття надійшла до редакції 05.06.2012.*